元宇宙在图书馆的应用：理论研究与实践进展*

方向明[1] 曹迎杰[2]

1 上海大学图书馆 2 上海大学文化遗产与信息管理学院 上海 200444

摘 要：[目的/意义] 随着大数据时代的技术繁荣，AR、VR、人工智能、云计算、区块链等技术发展与支撑，元宇宙不再是科幻电影与小说中的剧情，而是走进现实世界并应用于教育、影视、社交等多项领域。对元宇宙在图书馆的应用领域进行分析，对其未来发展趋势进行展望，以期为相关研究提供借鉴，促进元宇宙与图书馆相容相生、融合发展。**[方法/过程]** 通过文献分析、内容分析及案例分析等方法，对相关研究文献和实践概况进行梳理，分析当前元宇宙与图书馆发展的理论研究与实践进展现状。**[结果/结论]** 当前研究主要聚焦元宇宙与图书馆的应用性、现实性及价值性等方面，多数以前瞻性研究为主，以元宇宙底层技术为出发点，研究信息技术对元宇宙应用于图书馆带来的新机遇。但对于元宇宙图书馆的概念特征、服务模式、工作体系等尚未形成明确统一的结论，有关元宇宙图书馆应用案例的实证研究也较为匮乏。后续研究中可重点关注图书馆智慧场景转化、构建元宇宙基础理论体系、风险研判规避以及消除数字鸿沟等方面。

关键词： 元宇宙；智慧图书馆；底层技术；虚拟现实

分类号： G251

从传统图书馆到数字图书馆，再到智慧图书馆，每轮技术的变革都会推动图书馆不断向前发展，对知识信息的组织与利用也更加智能化。相较于其他文化机构，图书馆对新理念新技术新方法具有一种与生俱来的“主动、包容和友善”的属性。随着 AR、VR、人工智能、云计算、区块链等技术的发展与支撑，元宇宙不再是科幻电影与小说中的剧情，而是走进现实世界，并广泛应用于影视、游戏、金融、社交、教育等诸多领域。作为具有社会教育职能的文化机构，图书馆正积极将 VR、AR 及虚拟仿真等技术应用于实践，并由数字化向智慧化转变。图书馆如何更好的入驻“元宇宙世界”，元宇宙的虚拟现实特性又会为图书馆带来怎样的转变与创新，是当前学界积极探讨的议题。随着元宇宙概念的爆火，学界引发了对元宇宙时代图书馆发展的广泛关注，并围绕元宇宙与图书馆应用展开了一系列理论研究和实践探索，因此有必要对元宇宙在图书馆的应用等相关研究进行梳理和总结，分析当前理论研究的焦点和趋势，及元宇宙在图书馆的实践应用进展，并对未来研究趋势进行展望，希冀为相关研究拓宽思路，促进元宇宙与图书馆协调融合发展。

---

* 本文受到上海大学图书馆科研培育重点项目资助。

作者简介： 方向明，上海大学图博档党委委员，副研究馆员，硕士生导师；曹迎杰，通信作者，硕士研究生，E-mail：cyj52521@163.com。

1 数据来源与分析

笔者以中国知网（CNKI）作为中文文献主要来源，构造检索式“主题=(元宇宙 OR 虚拟世界 OR 数字孪生 OR 区块链 OR 虚拟现实) AND (图书馆)”，不设时间限制，辅以专业期刊官网查询，共得到文献 1078 篇（检索时间为 2023 年 2 月 24 日）。将学科范围缩小至“图书馆与数字图书馆”，经人工去重，剔除会议通知、新闻等无关或相关度较低文献后获得 724 篇文献。以 Web Of Science 作为外文文献主要来源，构造检索式“TS=((“metaverse*” OR “virtual reality*” OR “blockchain*” OR “digital twins*”)AND “librar*”)”，时间跨度为“2000 年 1 月 1 日-2023 年 2 月 24 日”，检索得到 1501 篇文献，限制语种为英文，剔除会议摘要、书评等无关文献后得到 535 篇，再借助 citespace 工具进行可视化分析。

1.1 国内外发文对比

由图 1 可知，国内 2000-2022 年相关研究文献发布量总体呈现上升趋势，最早相关研究为 2000 年，有 4 篇文献，2016-2022 年期间研究文献数量上升趋势显著。不难发现，当前国内元宇宙与图书馆的理论研究总体处于初步探索阶段但上升趋势加速，诸多研究者持续跟进探索。从国外发文量看，研究起步较早，2003 年“Second life”上市，图书馆在 Second Life 上开展宣传推广、参考咨询等工作，发文量明显上升。2003-2016 年发文量总体呈现波动式上升，2017 年起发文量迅速激增。由此可见，国内外早期相关研究数量较少，近几年随着技术的发展与政策的导向该领域在国内外均成为研究热点，2021 年后呈现井喷式爆发。

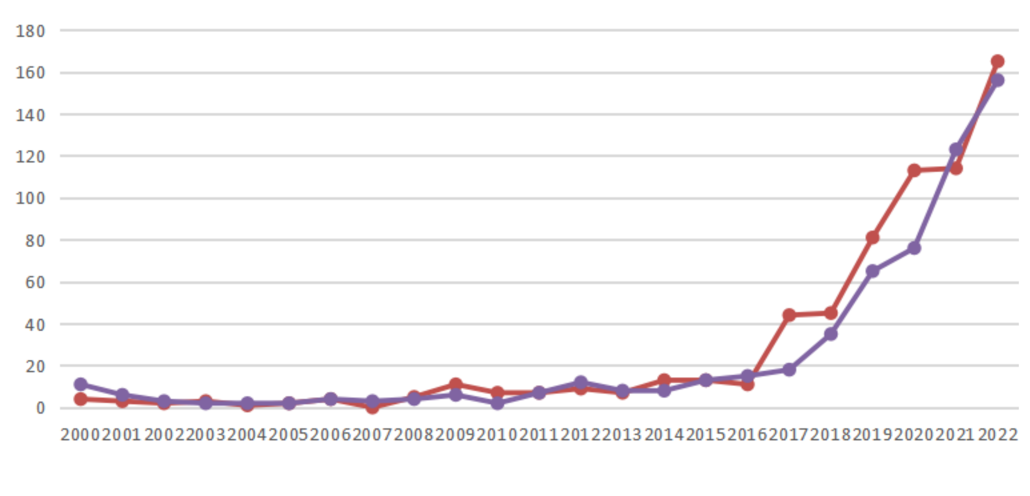


图 1　2000-2022 年国内外元宇宙与图书馆相关论文趋势图

1.2 高频词分布

运用 citespace 软件进行词频分析，并将国内外词频进行对比。由图 2 可知国外出现频次较高的关键词有 virtual reality（虚拟现实）、augmented reality（增强现实）、performance（表现）、rehabilitation（修复）、system（系统）等。国内高频词汇有图书馆、区块链、数字孪生、智慧服务、服务创新、应用场景、人工智能等。由此可见，国外主要集中于系统、环境、模型等内在体

系研究，而国内主要聚焦从虚拟现实、数字孪生、区块链等底层技术的角度探讨元宇宙与图书馆的相关问题。

国外高频词分布表					国内高频词分布表				
序号	频次	中心度	年份	关键词	序号	频次	中心度	年份	关键词
1	272	0.7	2000	virtual reality	1	212	0.71	2000	图书馆
2	47	0.09	2005	augmented reality	2	190	0.42	2018	区块链
3	35	0.19	2006	performance	3	97	0.36	2002	虚拟现实
4	33	0.05	2008	rehabilitation	4	63	0.15	2021	元宇宙
5	31	0.03	2011	balance	5	30	0.03	2015	应用
6	30	0.03	2012	technology	6	29	0.05	2017	数字孪生
7	29	0.12	2004	system	7	25	0.01	2018	智慧服务
8	27	0.06	2016	systematic review	8	18	0.03	2015	增强现实
9	25	0.06	2014	model	9	17	0.04	2017	VR技术
10	24	0.12	2008	environment	10	13	0.03	2015	大数据
11	23	0.11	2012	design	11	11	0.01	2019	数字资源
12	22	0.04	2011	exercise	12	11	0.01	2015	服务创新
13	22	0.07	2013	randomized controlled trial	13	11	0.01	2018	应用场景
14	21	0.01	2018	therapy	14	11	0.00	2017	人工智能
15	21	0.04	2008	education	15	11	0.00	2018	去中心化

图 2　国内外元宇宙与图书馆研究高频词分布图

1.3 关键词聚类分析

从研究主题及关键词看，国外主要集中于 virtual reality（虚拟现实）、blockchain（区块链）、augmented reality（增强现实）、immersive virtual reality（沉浸式虚拟现实）、big data（大数据）、management（管理）等，聚焦元宇宙在图书馆的应用性及对图书馆产生的影响等方面。而国内研究侧重于元宇宙技术为未来图书馆提供的应用场景及服务模式的变化，如通过图 4 发现“服务”“应用”“优化策略”等关键词聚类较为密集。主要以元宇宙相关支撑技术为出发点，研究其在图书馆中的功能与作用，包括元宇宙视域下的图书馆、元宇宙与图书馆融合、图书馆在元宇宙中的发展与展望等。与国外相比，国内研究侧重于基础理论，通过现实技术提出相关理论构想，以指导实践应用。

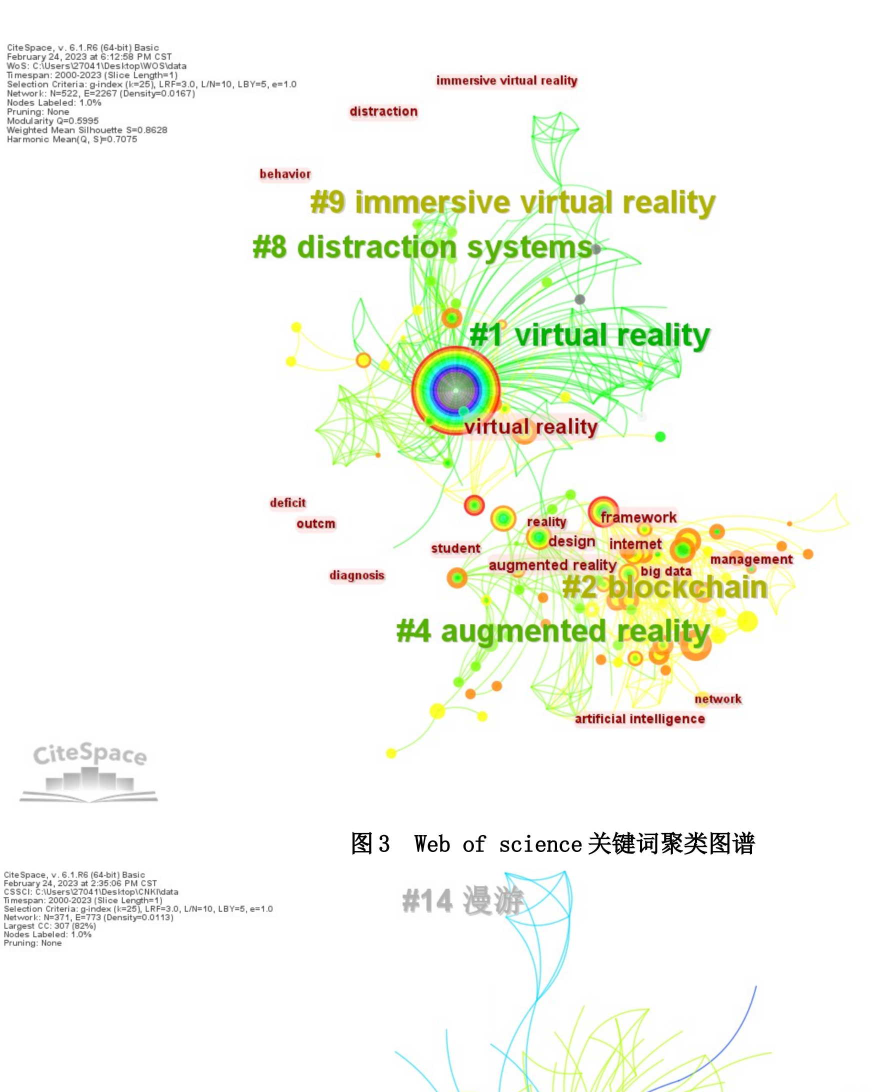


图 3　Web of science 关键词聚类图谱

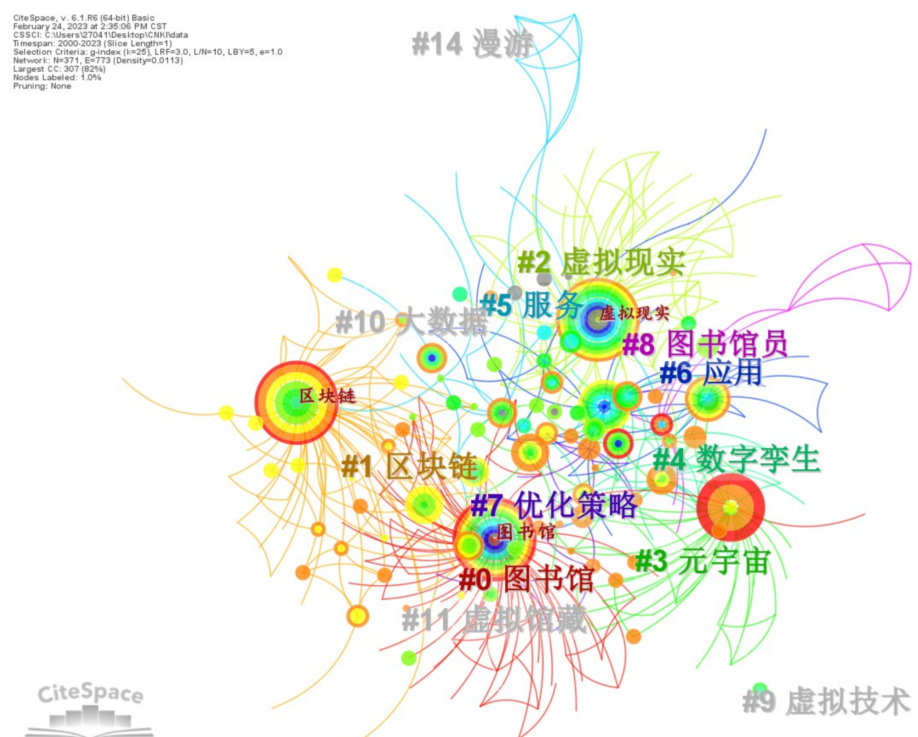


图 4　CNKI 关键词聚类图谱

2 元宇宙的基础理论和价值研究

2.1 元宇宙的起源、概念与特征

（1）元宇宙的起源与演进

元宇宙内涵的最早雏形诞生于文学作品，主要经历了 4 个不同阶段。第 1 阶段以文学、艺术、宗教为载体的古典形态代表作品，如《神曲》《圣经》，人们利用不同的载体形式将幻想变成现实；第 2 阶段为以科幻、电子游戏形态为载体的新古典阶段，出现在科幻小说、电子游戏中，代表作有《弗兰肯斯坦》《魔戒》等；第 3 阶段进入“非中心化”游戏为载体的高度智能化形态，如游戏《我的世界》《Roblox》；第 4 阶段为走出游戏以现实为载体的多元形态，成为虚拟现实的高阶形态，如虚拟演唱会、虚拟教育和学术虚拟化等[1]。当前互联网对元宇宙的共识认为，它是从互联网进化而来的一个实时在线的世界，是由线上、线下很多平台打通所组成的一种新的经济、社会和文明系统[2]。2003 年林登实验室“Second life”上市，这是第一个现象级的虚拟世界，被称为早年间最接近元宇宙的作品。该游戏的问世也吸引了诸多高校图书馆的加盟，推进元宇宙概念快速应用于图书馆。哈佛大学、斯坦福大学等相继在“Second life”中建立图书馆分馆，用户可在其中参观虚拟图书馆、参加调查等[3]。2021 年 3 月游戏公司 Roblox 在纽约交易所上市，元宇宙的概念首次被明确写入招股书中，并引起社会各界的广泛关注。同年 10 月，公司更名为“Meta”，创始人马克·扎克伯格着手组建专门团队研发元宇宙产品，力图将 Facebook 打造成为一家元宇宙公司。

随着国外元宇宙燃起的熊熊“大火”，国内相关政策纷纷出台为元宇宙发展保驾护航。2021 年 1 月工信部发布《基础电子元器件产业发展行动计划》，指出随着基础电子原件的不断推陈出新，元宇宙基建和工业方向应用将迎来跨越式发展。同年 5 月，新闻出版署发布《关于展开出版业科技与标准创新示范项目工作通知》，要求加快元宇宙产业与出版行业融合发展，进一步完善元宇宙布局 。12 月，中纪委发文明确元宇宙定义、诞生背景、主要特征等，确定了元宇宙的三大核心技术与主要应用方向。除国家层面外，上海市先后出台《上海市电子信息产业发展规划》《元宇宙产业发展行动计划》《上海市建设网络安全产业创新高低行动》等，其他省市也相继颁布了元宇宙发展与产业布局规划，推进元宇宙产业化发展。从我国元宇宙发展规划看，“十三五”规划将发展元宇宙相关技术作为突破重点，如云计算平台建设、数字版权开发等。“十四五”规划首次提及元宇宙，逐步推进元宇宙向产业化方向发展，并提出要进一步加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发等[4]。

随着政策的发布国内众多互联网企业踊跃对元宇宙项目进行投资。譬如，2020 年腾讯参投 Roblox 的 G 轮融资，独家代理 Roblox 中国区产品发行；字节跳动投资代码乾坤发行仿“Roblox”模式的《重启世界》；网易推出《河狸计划》并投资虚拟角色社交平台 IMVU，打造虚拟场景社交模式；米哈游推出现象级开放世界 RPG 游戏《原神》，深受年轻人喜爱，还出资 8900 万美元参与“社交元宇宙”Soul 的私募配售。元宇宙发展如火如荼，互联网头部企业纷纷加入，随之而来掀起的元宇宙热潮，在学界业界均引起广泛关注，因此，2021 年被称作“元宇宙年”。

（2）元宇宙的内涵与外延

元宇宙的思想源于 1981 年美国计算机专家 Vernor Vinge 出版的小说《真名实姓》，他创造性地构思了一个通过脑机接口进入并获得感官体验的虚拟世界[5]但元宇宙这一概念的出现是在 N. Stephenson 的科幻小说《雪崩》中，作者构想一个人们可以通过虚拟身份进入到与现实世界平行的虚拟三维数字空间[6]。维基百科将元宇宙定义为，元宇宙或称为形上宇宙、元界、超感空间、虚空间，是一个聚焦于社交链接的 3D 虚拟世界网络，通过虚拟增强的物理现实和物理上持久的虚

拟空间的融合而创建的集体虚拟空间[7]。但当前学术界对元宇宙未形成统一定论学者对元宇宙定义的角度和侧重点各不相同。

从发展阶段看，方凌智认为元宇宙是社会信息化与虚拟化的一种必然趋势，是互联网发展的最终形态[8]；从虚实交互角度看，吴江认为元宇宙是基于数字技术而构建的一种人以数字身份参与的虚实融合的三元世界数字社会[5]5。赵国栋指出元宇宙在用户体验方面达到真假难辨、虚实混同的境界[9]。杨新涯认为元宇宙是整合VR/AR、云计算、人工智能和区块链等技术构建的虚拟世界与现实世界相结合的互联网应用，具有相对独立的经济系统和逐渐生长的文明体系，为用户提供沉浸式体验并鼓励内容生产的虚拟社会[10]。Dionision J D N等提出元宇宙可帮助远程物理位置的多用户实现实时交互，是对于计算机生成的三维对象或环境的一种模拟[11]。陈刚等人认为元宇宙是利用科技手段进行链接与创造的，与现实世界映射与交互的虚拟世界，具备新型社会体系的数字生活空间[12]；从技术支撑角度看，喻国明提出元宇宙是通过多种特性的升级，激发多元主体采用诸多工具、平台、基础设施来支持其运行发展[2]55。Huansheng Ning等将元宇宙看做一种新型的互联网应用程序和交互形式，它基于扩展现实技术提供沉浸式体验，基于数字孪生技术创建现实世界的虚拟镜像，构建基于区块链技术的经济体系，将虚拟与现实世界在经济、社交及身份系统上密切融合，并允许每个用户进行内容生产和世界编辑[13]。

总之，元宇宙的概念外延十分庞大，涵盖了整个网络空间、终端设备以及现实条件[14]。随着技术的创新与发展，当下的元宇宙是在5G网络环境支持下，利用VR、AR技术形成视觉交互体验，以云计算与人工智能技术进行运算与智慧支撑，以区块链作为认证基础，形成虚拟现实的一种高阶形态。

（3）元宇宙的特征

元宇宙被构想成为下一张互联网，被认为是互联网进化的未来。通过元宇宙的特性分析可以对元宇宙的概念进行更清晰直观的了解，并阐释元宇宙与互联网的关系。目前学界对于元宇宙的特性众说纷纭，莫衷一是。著名分析师MatthewBall提出元宇宙应具有6个特征：永续性、实时性、无准入限制、经济功能、可连接性和可创造性[15]。扎克伯格认为元宇宙必须具有互通性和可移植性。方凌智认为元宇宙需具有文明性即拥有自己相对独立的文明，同时具有交融性[8]12。向安玲等将元宇宙的特性概括为时空延展性、人机融合性、经济增值性[16]。吴江等认为元宇宙从万物交互、虚实融合、去中心化三个特征上有别于传统环境[5]7。陈刚等发布元宇宙特征与属性START图谱，系统梳理了元宇宙的5大特性，即：社会与空间属性、科技赋能的超越延伸、人、机与人工智能共创、真实感与现实映射性以及交易与流通[17]。

从上述观点可知，虚实交互、人机共创是元宇宙需具备的基础性特性，伴随着科技的快速发展，更高端的技术会对元宇宙产生更智慧化的支撑，把握元宇宙自身的特性，能更好地促使元宇宙赋能于图书馆或其他领域，体现和发挥元宇宙“附着性、衍生性和融合性”的内生价值。

2.2 元宇宙融合的价值

清华大学发布的《2020-2021年元宇宙发展研究报告》从稀缺性角度提出元宇宙价值的基础理论，元宇宙进行现实孪生可以更好地帮助现实社会进行交互社交、商业广告、政治宣传[18]。帮助弥补一定程度上的资源稀缺，如通过元宇宙架构“衍生”非对外场景的入场券、道具、服装、信息、虚拟景观、虚拟劳动等。此

外，元宇宙还会为我们在教育、运动、社交、医疗、就业、购物、旅游等多方面带来新型应用场景。目前我国5G、人工智能、区块链、VR、AR技术不断发展并逐渐成熟，市场规模不断扩大，元宇宙技术应用领域越来越广泛。例如，“元宇宙”概念电影应运而生；湖南卫视引入虚拟主持人小漾；部分企业加入虚拟数字货币、沉浸式购物场景、VR购房等项目研发行列；博物馆积极改变原有的单向传递模式，构建元宇宙博物馆以增强用户虚拟世界体验[19]；元宇宙不断融入到各行各业并带动行业发展。著名经济学家朱嘉明提出，元宇宙应用最大的潜在领域是教育[20]，其为教育提供更好的基础设施与场景拓展，以便进行情景化沉浸式教学。如韩国Hodoo Labs公司推出Hodoo English将300名角色及4000多种对话场景嫁接到虚拟世界形成英语会话。元宇宙接入教育事业，会为之带来更多的生机与活力，为师生打造新的社会交流空间，并通过虚拟化世界提升学习体验感与沉浸感[21]。图书馆作为为一定社会的政治、经济服务的文化教育机构[22]更应将图书馆未来发展与元宇宙密切融合，构建元宇宙时代新型图书馆发展格局。因此元宇宙应用于图书馆的理论与实践话题，正在引发学界和业界越来越浓厚的探索兴趣。

3 元宇宙在图书馆应用的理论研究

当前元宇宙应用于图书馆的有关探索仍处于起步阶段，基础理论是推进研究逐步走向深入的根基，学界对于元宇宙与图书馆融合的研究浪潮迭起。例如，2022年元宇宙与虚实交互系列论坛组委会、全球元宇宙大会等联合举办了“天堂的具象：图书馆元宇宙的理想”，上海外国语大学、复旦大学联合举办了“元宇宙与智慧图书馆”等高端学术论坛，众多学者聚焦元宇宙下图书馆的未来发展路径，为图书馆创新发展提供新的机遇与出路。又如，上海市图书馆学会即将于3月1-3日举办“智慧 包容 超越：走向元宇宙的图书馆3.0”研讨会，国内外顶尖专家将汇聚一堂，深入探讨元宇宙与智慧图书馆发展的无限未来。当元宇宙技术发展足以支撑源元宇宙构建，以沉浸式虚拟体验为核心的元宇宙必将给图书馆未来发展带来全新的发展机遇。根据上述文献计量分析可知，对于元宇宙应用于图书馆的理论研究主要集中以下3个方面：

3.1 元宇宙对图书馆的应用性

当前元宇宙在销售、传媒、娱乐、医疗、制造业等方面应用研究成为热门讨论的话题[23]，但未涉及图书馆领域。元宇宙自身具有一定的不确定性，虽然当前图书馆并未出现可推广的元宇宙有效应用，但元宇宙与图书馆应是密切相关的。从传统图书馆到数字图书馆，再到智慧图书馆的转型，离不开新技术的智力支持。面对智慧化发展的新需求,国家图书馆提出建设“全国智慧图书馆体系”,推动图书馆由数字化向智慧化发展[24]。但有学者指出，当前智慧图书馆发展仍处于伪智慧、局部智慧阶段[25]，而元宇宙底层技术的支持可为实现“真”智慧、全智慧图书馆,为促进智慧图书馆服务转型提供新的路径。针对元宇宙的底层技术学者们对其进行了分类阐述。《2020-2021年元宇宙发展研究报告》提出元宇宙5大技术底座，将5G作为通信基础保障网络环境，云计算与人工智能帮助数据处理，数字孪生保障元宇宙世界蓝图的内容生产，区块链进行认证，拓展现实、机器人、脑机接口打造虚实界面[18]。喻国明提出支撑元宇宙有6大技术支柱，包括区块链、交互技术、电子游戏、人工智能、智能网络及物联网技术[26]。

（1）拓展现实与人工智能技术

不少学者从元宇宙底层技术出发，探讨当前元宇宙底层技术在图书馆的应用价值以及未来部分技术的实现对图书馆发展所起的推动作用。拓展现实技术是为元宇宙图书馆提供沉浸式交互环境的必备技术，它通过数字替身的关联信息提供智慧化服务[27]，帮助图书馆进行场景建设，按照现实图书馆在虚拟世界设计具有沉浸感的虚拟场景，增强用户沉浸式阅读体验[28]。Lin, HCS 以高校图书馆为例研究穿戴虚拟现实设备与未穿戴虚拟现实设备的学生的情境兴趣与认知负荷差异，发现虚拟现实设备的应用可以帮助学生在入馆教育过程中改善传统学习方式，增强学生对内容的理解[29]。Chih-Ming Chen 等人研究基于情境学习理论的教育 AR 系统应用于图书馆对学生学习效率与成绩产生的影响[30]。Camille Chesley 通过设计并测试运行基于虚拟现实的图书馆参考咨询服务，优化升级图书馆服务，帮助远程学习用户提高使用体验[31]。

人工智能技术作为元宇宙的生成逻辑可帮助提升智慧图书馆服务用户的精准度[32]。傅云霞从人工智能技术在现代图书馆的应用现状出发，提出人工智能在图书馆馆藏资源、服务模式、管理系统、网络安全与智慧咨询等多方面应用的技术路径[33]。陆婷婷依托人工智能视角，研究未来智能图书馆可优化的服务内容与发展瓶颈[34]。

（2）区块链技术

区块链技术作为元宇宙的认证机制可帮助图书馆维护数字资源的产权认定问题[35]，Lengoatha 等学者调研南非学术图书馆协作业务流程中使用区块链技术的意愿，通过初步意愿调研可将其作为区块链在图书馆和信息行业合作应用的基础[36]。Tella, A 等学者应用抽样调查法研究尼日利亚对区块链技术在图书馆和档案管理中相关性的认识和看法，图书馆员和档案工作者对区块链技术的应用保持一种积极看法，其可以通过收集、保存和共享权威信息，帮助在分布式环境中存储信息[37]。Hoy, Matthew B 针对区块链对图书馆产生的影响进行分析认为区块链不仅在科学出版领域帮助图书馆员实现收集、保存与共享权威，还可作为数字版权工具有效防止出版资料被随意盗印与复制[38]。Liu 基于区块链等技术设计图书共享服务平台，可打破地域壁垒，实现纸质图书的跨地域、跨平台共享，解决图书馆资料重复建设、共享困难的问题[39]。蔡丹丹等人对未来图书馆 IT 应用趋势进行分析，提出未来区块链技术扎根图书馆资源管理，保证图书馆馆藏特色资源的确权，也可有效避免资源的重复购买，有助于共建共享[40]。周耀从区块链核心价值出发分析区块链技术对未来图书馆智慧发展的驱动作用，通过技术应用保障信息存储安全，帮助图书馆实现智慧化升级[41]。房永壮等人将区块链技术与图书馆服务相联结，不仅可以帮助图书馆重心从信息的传播者向信息组织者与管理者转变，还可提升信息存储安全，为信息服务提供保障[42]。

（3）数字孪生技术

数字孪生技术是元宇宙的核心技术之一，数字孪生是现实世界对称的数字“克隆体”，可以帮助创建图书馆场景要素的虚拟映射，并为图书馆提供全景式新场域[26]57，成为助力图书馆构建面向虚拟环境和数字读者的知识服务引擎[10]42。进一步帮助未来智慧图书馆进行空间重构，在图书馆设施的健康管理、绿色图书馆、创客空间建设、用户画像和评估、在线学习支持服务、再现图书馆文化遗产和提升用户信息素养等方面进行应用[43]。张兴旺等以雄安新区图书馆为例，提出数字孪生图书馆概念及构想模型，进一步构建数字孪生图书馆的技术框架与未来应用场景[44]。储节旺等从元宇宙底层技术角度出发，讨论全智慧图书馆服务模式的转变及未来应用展望，指出元宇宙设备与底层技术可帮助全智慧图

书馆在书籍智慧排列、共享读者空间、特殊用户服务、独特文化推广、个人知识空间、优化借阅体验方面实现服务转型，形成搭建在元宇宙中的全智慧图书馆生态版图[45]。李默根据元宇宙基础理念与智慧图书馆常用架构模型，设计了自下而上 6 个层级的元宇宙图书馆体系架构，形成元宇宙视域下图书馆技术框架[46]。吴江等从数据处理、确权认证、虚实交互、内容生产、网络链接 5 个层面勾勒元宇宙实现所依赖的技术体系[47]。

3.2 元宇宙对图书馆的现实性

（1）元宇宙图书馆构建的可能性

当前，元宇宙与众多行业的融合应用大多处于理论构想与初步探索阶段，图书馆也不例外。一方面元宇宙自身发展仍具有不确定性，另一方面目前尚未出现可在图书馆推广的元宇宙的有效应用。那么，元宇宙与图书馆的融合是否具有一定的可能性，元宇宙的到来对图书馆会产生怎样的影响，部分学者围绕这些问题展开了探索。譬如，吴江等指出智慧图书馆是数字图书馆与传统图书馆的数实融合，而元宇宙所要打造的数实融合空间与智慧图书馆所要实现的数实融合空间理念上具有一致性，因此元宇宙与智慧图书馆体系是密切相连的[47]19。范并思从图书馆自身使命、图书馆人、用户三个角度来说明“图书馆人为什么必须关注元宇宙”，指出未来元宇宙在图书馆中的应用具有无限的可能[48]。辛海霞从图书馆融入元宇宙的内容、元宇宙对图书馆的推动作用、元宇宙图书馆的价值与构建等三个方面论证元宇宙与未来图书馆的可融性[49]。杨新涯从“图书馆基本内涵”的角度探讨图书馆实施元宇宙战略的必要性[10]40，认为元宇宙的出现与发展机遇可为图书馆破解发展难题，并提出未来图书馆在元宇宙构建虚拟服务体系的 4 个具体而又可行的切入点[50]。马费成从图书情报学科发展历程出发，论述图书情报学与元宇宙两个领域所存在的三方面共识，并提出图书情报学科融入元宇宙研究与实践的 4 个方面的切入点[51]。刘炜、祝蕊等人将元宇宙分为 4 种类型，并探析不同种类型下的元宇宙未来可在图书馆领域衍生出的应用，分析图书馆在未来建设元宇宙可能性与途径[52]。周文杰立足于元宇宙本质与世界 3 内部结构表征对元宇宙时代图书馆的形态与功能转型进行构想[53]。由此可见，在元宇宙在图书馆应用的可行性方面，众学者持积极肯定的态度，对未来“元宇宙+图书馆”建设提出了构想和框架。

（2）元宇宙图书馆存在的风险忧患

机遇与挑战从来都是“孪生兄弟”，每次技术革新都会给图书馆带来重大变革，挑战和风险也会随之而来。赵星提出元宇宙发展中会出现脱实向虚、游戏为先、治理未预等诸多问题[54]。因此在研究元宇宙与图书馆融合可行性的同时，不能忽视元宇宙应用可能存在的负面影响。展望未来元宇宙在图书馆的应用，学者们分别从文献信息资源、用户、人员、技术、建筑设备等图书馆核心要素出发，提出元宇宙在未来可帮助图书馆解决馆藏空间不足、工作人员技术要求高、用户需求多样等问题，但元宇宙与图书馆融合仍隐藏着诸多风险。例如，许鑫等人指出，元宇宙的发展仍存在着不自知的空泛噱头、不健康的竞争格局、不辩证的科技排斥、不均衡的供需结构、不持续的激进扩张、不节制的盲目崇拜、不理性的享乐主义等 7 个方面的潜在风险[55]。纪超提出元宇宙图书馆或可能出现成本与技术之忧、图书馆相关方之忧、脱实向虚之忧、知识产权之忧、图书馆两极分化之忧、信息安全与隐私保护之忧[56]。韩旭从应用技术、知识产权、标准法规、隐私保护等 4 个层面讨论图书馆元宇宙建设所面临的问题[57]。陈定权、程诗瑶等人认为，元宇

宙会为图书馆带来机遇的同时也会带来一定的挑战，因此面对元宇宙热潮，仍应将重心放在为迎接技术变革而提高基础能力上来，或探索元宇宙图书馆对当下图书馆改进与创新的借鉴价值[58]。只有在正视元宇宙的构建对图书馆可能带来新隐患的前提下，时刻保持清醒认知，持有批判思维，居安思危，才能更理智科学地探讨、研究和应用元宇宙。

3.3 元宇宙对图书馆的价值性

随着元宇宙为游戏、社交、媒体等众多行业的发展注入新鲜血液，学者们开始构想元宇宙与图书馆融合的价值，图书馆可以利用资源优势助力元宇宙建设，而元宇宙也能为图书馆解决发展瓶颈提供破茧之策。

（1）图书馆对元宇宙的促进作用

随着科技的创新驱动，同步于现实世界的虚拟世界的产生，图书馆、博物馆档案馆作为人类文化遗产记忆传承机构，无论在真实世界还是虚拟世界，其保存和传承人类知识文化的职责不会改变。因此元宇宙建设中图书馆的参与必不可少，它可帮助元宇宙内文献信息流进行整序、搜集和保存人类文化遗产。刘炜在“天堂的具象：图书馆元宇宙的理想”论坛中提出，不仅要将图书馆元宇宙化，也需要使元宇宙图书馆化。不仅要在元宇宙当中创建图书馆，把图书馆的服务带到元宇宙中，还要把积累起来的知识以及正在产生的知识纳入到元宇宙的空间中[59]。张庆来、苏云认为图书馆作为一个服务性机构可以作为元宇宙沟通现实世界的交流管道，同时可利用图书馆对知识组织利用的能力为不同宇宙间提供资源导航，利用图书馆的元宇宙评价服务推进元宇宙健康发展，以及为各个元宇宙提供相适应的原生服务[60]。

（2）元宇宙对图书馆的价值

元宇宙的出现也为图书馆的发展创造了新机遇，学者们对元宇宙赋能下图书馆的发展与创新提出了理论架构，认为元宇宙一定程度上可以更好地赋能未来图书馆。譬如，郭亚军等分析元宇宙可满足虚拟图书馆在资源检索、学习环境、参考咨询、接受教育等方面的需求，探讨元宇宙赋能下虚拟图书馆的局部应用场景[61]。郭亚军等以公共图书馆社会教育职能为出发点，探索元宇宙赋能下图书馆社会教育的应用场景，提出未来元宇宙时代公共图书馆社会教育的发展策略[62]。文英子提出未来元宇宙在图书馆领域的应用，可以帮助未来图书馆发挥空间优势、优化服务体系、有效整合资源、利于珍贵文献的保护与利用、提升图书馆与读者的交互能力[63]。吴建中指出元宇宙可以帮助图书馆让珍惜资源更好的显现，一定程度上有利于知识发现和参考咨询的创新、提升图书馆的包容性服务，吸引更多的年轻人利用图书馆，也为深化数字人文提供了研究机会[64]。元宇宙还能在一定程度上推进数字图书馆向智慧图书馆转化。张慧等人聚焦数字图书馆向智慧图书馆转型的特征，指出虚实互补的元宇宙取向是图书馆智慧转型的一大特征体现，虚实交融的图书馆服务体系是智慧图书馆建设中的重要一环[65]。田丽梅等构想未来元宇宙进驻图书馆可以利用技术支持智慧图书馆规模化场景应用建设，帮助消除信息鸿沟，通过打造虚拟阅读空间以解决实体空间有限的问题[32]56。杨丰指出可通过借助元宇宙核心技术重塑智慧图书馆，将元宇宙技术应用于图书馆空间构建、实现智慧化数据库、成立元宇宙虚拟馆员推进元宇宙智慧图书馆建设[66]。蔡迎春等人梳理了智慧图书馆与元宇宙技术应用的辩证关系，提出元宇宙时代智慧图书馆建设的实践路径[67]。图书馆与元宇宙融合可促进未来图书馆的发展与创新，李洪晨、马捷利用沉浸式理论提出未来沉浸式元宇

宙图书馆架构，并对元宇宙图书馆“人、场、物”进行属性与关系重构，从沉浸视角下提出未来元宇宙图书馆的发展策略[68]。徐雯怡从元宇宙5大特征角度探索元宇宙与智慧图书馆融合的创新发展角度[69]。辛海霞对标Jon Radoff的元宇宙7层价值链模型构建了7个元宇宙图书馆价值层级并描绘其落地场景[49]93。张兴旺基于当前研究对元宇宙的图书馆信息物理融合模型进行构建，并将其运行机制分为物理融合层、模型融合层、数据融合层与服务融合层等4个层面进行技术分析[70]。

4 面向元宇宙的图书馆实践研究

4.1 早期实践雏形

元宇宙图书馆的早期实践应用是在Second life中。Second life是美国林登实验室于1999年进行研发，以3D虚拟现实技术为基础的虚拟世界，被称为早年间最接近元宇宙的探索。随着不同行业争相入驻Second life，图书馆行业也积极入驻虚拟世界。2006年联合图书馆系统和联机图书馆合作，在SL上建立了“Cybrary City”信息岛，为加入SL中的图书馆提供保障与服务。同年，美国图书馆联盟在 SL中建立小型图书馆，将虚拟社区与实体图书馆相关联，用以探索图书馆于虚拟世界可提供的服务[71]。随后国内外众多高校图书馆也纷纷加入创建信息岛屿，2009年香港理工大学图书馆在SL中建设国内首个虚拟图书馆[72]。参考咨询服务是SL图书馆提供的最早的服务项目，利用虚拟空间模拟真实图书馆的参考咨询服务，可以克服时空限制，进行馆员与读者的无障碍沟通[73]，是元宇宙图书馆最早的实践应用雏形。

4.2 智慧场景转化

随着技术的不断革新，虚拟世界的内涵日益丰沛，元宇宙概念逐步走进大众视野，但元宇宙的发展需要底层技术、硬件设备与内容生态的协同构建。当前处于初级探索阶段的元宇宙以底层技术为依托，形成了沉浸式体验的雏形[74]。图书馆行业通过应用不同的元宇宙技术，将图书馆内容与资产数字化、提升图书馆服务智慧化程度、为用户打造沉浸式体验，积极探索元宇宙图书馆雏形[75]。

数字孪生技术可以帮助图书馆将内容与资产数字化，Meta内部图书馆尝试生成孪生书籍，并将馆内相册、办公用品等基础设施进行数字孪生投放至元宇宙空间[76]。通过用户孪生、物品孪生与图书馆空间系统的孪生，将图书馆内容与资产数字化，未来可帮助图书馆用户更好的进行信息交互，提升馆际互借的便利程度，促进图书馆智慧场景转化。虚拟数字人技术帮助提升图书馆服务智慧化程度，如新天津生态城图书档案馆推出元宇宙驱动下的虚拟体验系统，在馆内放置数字人智慧屏，利用数字人小博智能语音交互提供书目检索、在线阅读等线上智能虚拟人服务[77]。滨州市图书馆上线可语音交互的虚拟数字人为用户提供咨询服务[78]。虚拟数字人技术使读者不再受时空限制均等获得图书馆服务，一定程度上缓解真人馆员的工作压力，提升图书馆服务智慧化程度[79]。

4.3 用户沉浸式体验

虚拟现实与增强现实技术可以为用户打造沉浸式体验，可应用于虚拟漫游、信息检索可视化、三维信息资源建设、参考咨询等多个方面[80]。虚拟漫游在图书馆虚拟现实技术实践中较为普遍，可以帮助用户跨越地域限制远程游览图书馆。如美国布兰迪斯大学图书馆利用虚拟现实技术开展虚拟旅游[81]。国内也有不少

图书馆在微信公众号上实现线上漫游图书馆，如呼和浩特市图书馆利用 VR 技术100%还原图书馆真实场景，可进行 VR 漫游与 3D 阅读[82]；广德市图书馆 VR 展馆通过手机可随时随地进入图书馆虚拟空间参观[83]；上海大学图书馆伟长书屋、匡迪书屋推出线上 720° VR 场景体验。同时虚拟现实技术还可为元宇宙图书馆建设提供技术保障，提高服务效率。如密歇根大学 Waldo 图书馆网站利用虚拟现实技术为用户提供 VR 实验室，用户可自行创建虚拟现实提升学习效率；劳林格图书馆利用虚拟现实技术帮助学生进行练习危险军事演习和模拟复杂操作[84]；中国国家图书馆利用全息投影技术支持开展 5G 全景文化典籍《永乐大典》大型专题系列活动，通过 270° 裸眼、360° 电视和 720° 眼镜，全景赏析国画、典籍[85]。增强现实技术多用于图书馆新生入馆教育、自助导览与宣传活动中。如杰克逊维尔州大学图书馆利用增强现实技术进行新生入馆教育，设置 AR 寻宝游戏，帮助学生在馆内寻路，引导他们解答迷题，帮助熟悉图书馆的空间与服务，使入馆教育更具有互动性与沉浸式体验[86]；芝加哥大学图书馆利用增强现实技术进行文本投射；天津泰达图书馆推出 AR 互动百科服务，不仅可在大屏幕上通过点击和拖拽直接学习知识，还可在线观看 3D 书籍，实现与虚拟形象的互动[87]，增强图书馆与用户互动的功能，更好地吸引读者，提升阅读兴趣。

4.4 虚拟阅读空间

图书馆除融入底层技术帮助元宇宙图书馆建设外，更应注重虚实交互，构建虚拟“元宇宙”图书馆空间。比如，计划 2023 年投入运营的上海临港科技图书馆是全国首家具有元宇宙特性的数字图书馆，该馆将着力打造一座基于人类科学、历史、文化体系的以数字化沉浸式为主要互动体验方式的“元”图书馆，全面集合 VR、AR、MR 及 5G 技术，打造虚实互通的阅读体验。设有形象接待、专业服务、数字阅读、电子虚拟阅览、沉浸视觉阅读等多功能区供读者选择。此外还建有数字体验区为读者准备环幕数字 VR 放映厅，读者可以建立虚拟身份进入虚拟空间，裸眼 360 度全息影像观看讲座，向观众提供沉浸式视听体验[88]。

2022 年 5 月，摩根大通每年推荐的非虚构类图书第一次登录虚拟世界，通过开放元宇宙图书馆的形式供读者阅读书籍。开放书单是该机构保持了 20 多年的夏季传统，第 23 版的摩根大通暑期阅读书单一共包括 10 本书，在 Decentraland 虚拟图书馆展览中限时发售。所不同的是，今年的书单将首次与元宇宙空间 Onyx 联系起来[89]，在有限时间内，游客可在休息室的一楼探索与元宇宙房地产公司 Everyrealm 合作创建的虚拟图书馆展览。参观者可以创建一个虚拟形象，进入虚拟图书馆，观看了解这些书籍并可在元宇宙场景内观看选定作者的独家采访。一只学术猫头鹰栖息在附近，如同图书馆的参考咨询服务一样可以回答读者有关图书的相关问题。暑假书单与元宇宙空间 Onyx 联系起来，是图书馆在元宇宙场景内的初步探索，展现图书馆与元宇宙未来融合的无限可能性，二者的融合可使读者阅读书籍的互动性、开放性、可移动性不断增强。未来随着元宇宙底层技术的不断发展与强力支撑，元宇宙图书馆的逐步成型会为读者带来更新的体验与感观。

5 研究启示与展望

当前我国关于元宇宙图书馆的研究处于起步并快速发展阶段，学界业界正在高度关注并密切跟踪当前这一研究热点，针对元宇宙与图书馆的融合度、可适用度等方面展开了卓有成效的探索，反映了学者们对图书馆与元宇宙的融合发

展信心较足，未来可期。研究成果大多聚焦于元宇宙与图书馆的相容性、元宇宙对图书馆的机遇与挑战、元宇宙技术支撑为图书馆带来的服务模式转变等方面，多数成果以前瞻性研究为主，从元宇宙底层技术出发，研究技术对元宇宙图书馆带来的转变。但对于元宇宙图书馆内涵特点、服务模式、工作体系等尚未形成定论，有关元宇宙图书馆的实证研究案例也较匮乏。鉴于此，对于未来元宇宙图书馆领域的研究，笔者认为，可重点关注图书馆智慧场景转化、构建元宇宙基础理论体系、风险研判规避以及拓展服务边界等方面，以促进元宇宙图书馆研究更加全面、系统和深入，为探索元宇宙在图书馆的科学应用，避免“水土不服”，进而为加快智慧图书馆内涵建设和创新发展提供决策参考。

5.1 利用底层技术加快图书馆智慧场景转化

随着信息技术的发展，以“元宇宙”为标识的众多底层技术脱颖而出，图书馆智慧化建设不断提出新的需求，亟需通过具体实践和一定的技术手段以支持图书馆快速实现智慧化转型。图书馆致力于为用户提供更好的服务，在保障内容与资源的基础上，以科技进步赋能内容建设，推进内容与技术叠加融合，利用技术优化用户体验，不仅在展现形式上体现智慧化，更要在智慧创造上、智慧利用上和智慧共享上都能实现图书馆化[68]7。目前，部分图书馆在资源与服务方面积极引进先进技术，比如，英国国家图书馆利用自动化立体书库机器人进行图书馆的存取与分拣，由机器人代替人力提供服务[90]。中山大学图书馆较早引入 RFID 技术，自助借还书机、防盗安全门、智能还书车、智能书柜等可以帮助图书馆更高效的进行书籍查找与流通，增强自助功能。每次技术的变革都会推动图书馆向前发展，从自动化转向智能化，由智能化转向智慧化。当前图书馆正处于智能化转向智慧化的关键阶段，更需要利用全新的“元宇宙”底层技术赋能智慧图书馆建设，加快构建具有虚实交互、沉浸体验等属性的智慧场景。如利用 VR、AR、3D 裸眼技术进行 VR 阅读，使读者进入虚拟阅读空间，进入书籍中的阅读场景，提升阅读的沉浸感与体验感。此外，可以利用元宇宙底层技术帮助构建未来图书馆虚拟服务体系。如清华数字学生“华智冰”、虚拟偶像“A-SOUL”、武汉大学图书馆的“小布”等数字虚拟人备受关注，图书馆可利用人工智能与数字孪生技术进行图书馆虚拟数字人建设，使虚拟数字人在图书馆多场景应用，帮助承担参考咨询、读者服务等基础业务工作。此外虚拟展厅、虚拟演播、虚拟导览、虚拟空间服务、智慧建筑、数字藏品等可进一步优化图书馆服务体系。特别在公共卫生事件突发情况下，帮助图书馆进行虚拟线上服务，读者通过外部设备进入图书馆阅读学习，参加展览、讲座等多种活动，不仅提升图书馆与用户的互动性同时可以促进图书馆实现智慧场景转化。

5.2 构建基础理论体系推进元宇宙图书馆实践应用

从当前研究进展看，有关元宇宙的理论研究虽取得一系列成果，但尚未形成成熟完善的理论体系架构。特别是对于元宇宙视域下图书馆的定位、性质、内涵作用等未产生相对完整权威的结论。元宇宙是否能切实应用于未来图书馆，存在哪些利弊关系，学者们各执己见。图书馆如何更好的将元宇宙带来的新理念、新技术与自身发展相融合，成为治愈当前图书馆发展瓶颈的一剂良药，值得探究。图书馆承担着对社会文献信息流进行整序，传递文献信息，并开发智力资源，进行社会教育的职能。元宇宙图书馆的出现不能使图书馆原有职能脱实向虚，过分注重虚拟设施建设，使娱乐职能大于文化教育职能。元宇宙视域下的图书馆发展基于诸多元宇宙底层技术作为支撑，应突破传统的学科边界，多学科交叉融

合，探索元宇宙视域下图书馆的新内涵、性质和功能，推进元宇宙图书馆的理论创新。当前对元宇宙视域下图书馆的实践研究较少，理论与实践相辅相成，理论研究不能脱离图书馆建设实际。元宇宙发展处于起步阶段，元宇宙图书馆也在亦步亦趋的建设中，尽管 AR、VR、5G 通信技术已在图书馆实践中广泛应用，但离元宇宙图书馆建设所需的集成式的专门技术需求仍具有很大差距。[91]理论研究应更加重视与实践相结合，在实践基础上构建相应的理论体系，指导和推进元宇宙图书馆健康科学发展。此外，图书馆作为公共文化教育机构应密切关注相关新技术的发展与落地情况，以理论为基础、技术为支撑，避免因闭门守旧，畏惧创新而在元宇宙应用中错失发展先机。对外亟需与计算机学院、社会行业机构特别是龙头信息技术企业等通力合作，结合实践数据和用户信息需求，协同技术公司利用技术研发优势加快技术攻关，打破技术壁垒，研发可适用于元宇宙图书馆建设的集成化技术。对内加大技术研发投入，总结现有的底层技术在实践场景中的应用得失，利用好当前 VR、AR 等技术，通过软件升级开发拓宽技术的可应用性和边界，提升用户体验，拓展应用场景。通过内外联动、技术研发和购买技术包等形式推进元宇宙集成技术在图书馆中的落地与应用，将理论与技术有机结合，关注实践应用，加快推进元宇宙图书馆尽早落地。

5.3 加强制度设计规避元宇宙应用风险

虽然元宇宙构想的出现为图书馆带来很大的发展空间，但仍面临着诸多问题，如多重风险的叠加、信息茧房的结成[92]、贫富差距和智能鸿沟扩大、个人数据信息泄露等。随着新技术的拓展与应用，图书馆的运行模式与活动形式都会发生一定程度的转变，亟需制定新的相关规章制度以适应元宇宙带来的图书馆运行模式的变革，通过制度规范探寻元宇宙图书馆“黑暗面”的破局之法。元宇宙是技术发展所形成的虚拟世界，以大量算法数据为依托，这导致应用群体个人隐私空间不断被压缩，用户信息安全是否可以得到切实保障，大量的数据采集是否流向不明，用于商业营利目的，等等。因此在元宇宙应用特别是与社会技术公司合作之初，图书馆应明确相关的权责关系，建立相关制度规范，保障用户的信息安全与财产安全。同时随着技术的推进、虚拟资源的增多更多现实问题会不断浮出水面，这就需要图书馆破旧立新，研究设计适应元宇宙图书馆建设需求的管理体系与规则条例，引导其向着规范化、标准化方向发展。同时提升馆员对各种元宇宙底层技术在图书馆应用的接受和适应能力。通过构建与实施元宇宙赋能图书馆的约束机制,将元宇宙图书馆建设过程中可能出现的各类风险降至最小，为元宇宙图书馆建设提供制度保障。此外，元宇宙图书馆建设需要大量的先进技术与设备设施，人才与资金投入成本巨大，对用户的技术门槛较高，图书馆如何不顾此失彼保障每个用户的公平权成为一大挑战。《公共图书馆宣言》提出了以免费服务为中心的平等的公共图书馆核心价值观，程焕文也指出图书馆要保障民众的图书馆平等权利实现即人格平等、机会均等、服务均等[93]。元宇宙图书馆不论如何发展都不能偏离图书馆的本质属性与社会职能，应充分考虑虚拟现实、数字孪生等技术的使用与促进社会教育公平的关系，保障特殊人群的权利不能因消费能力、身份阶级、数字鸿沟等因素导致享有技术权利的不平等，因此更需要建章立制，让利于民，降低技术门槛，始终保障用户平等权利，规避风险忧患，维护元宇宙图书馆运行秩序。

5.4 弥合数字鸿沟拓展图书馆服务边界

当前处于信息网络迅速发展与崛起的时代，信息基础设施建设、信息素养、

信息组织与信息获取能力的不均衡造成信息富有与信息贫穷之间的鸿沟不断加大。减少信息孤岛，消除数字鸿沟，促进数字包容，是图书馆应肩负起的使命与责任。元宇宙时代的到来一方面为图书馆智慧化转型带来了新的机遇，另一方面也加剧了拥有一定信息技术和素养的公众以及未曾拥有者之间的信息鸿沟。互联网蓬勃发展初期，图书馆为适应网络化特点，拓展职能致力于帮助公众获取信息资源、提升信息素养以弥合数字鸿沟[94]。元宇宙带来的全新技术冲击，更需要图书馆拓展服务边界，承担弥合公众数字鸿沟的职责，以更加契合当前的技术特点与发展趋势。如可在拓展现实、区块链、云计算、数字孪生等技术支持下，利用 VR、AR、3D 等技术打造虚拟网络空间，有效整合资源、空间、人员及技术资源，形成更加智慧化的信息获取服务。通过用户行为研究与知识图谱创建，对不同用户提供相适应的知识信息服务，打造叠加兼容、交互融合、虚实结合的沉浸式知识获取环境。通过虚拟现实技术能使读者阅读不受时空限制，通过数字孪生技术创造的虚拟空间，可从更大程度上解决图书馆馆藏空间有限的问题，进一步解决图书馆有限馆藏与无限需求之间的矛盾。此外，值得注意的是“受限于软硬件差异、用户使用图书馆的可及、易用、便利等方面产生的差异而形成的鸿沟也是数字鸿沟的一种体现”[95]。图书馆一直致力于包容性服务，让广大用户享有公平均等的获得服务的机会，通过元宇宙技术的有效利用帮助图书馆弥合数字鸿沟与技术鸿沟，不断拓展延伸图书馆的功能与服务边界，提升图书馆的包容性、友好性和开放性。如帮助图书馆文献保护、用户服务、特色馆藏建设等传统功能与服务工作突破时空限制和发展要素限制。在基础设施配备上保障沉浸式交互的物质条件，县区等图书馆可以通过提供 VR、AR 等设备，让市民都过分享与体验获得与大型图书馆同样的服务，利用元宇宙服务弥补地理空间的隔阂，为远距离的民众带来获取和分享的便利[96]。使用户服务的长度、宽度、深度等维度上更加宽泛，用户体验更加立体多维，对图书馆的“粘性”更强，充分享受元宇宙时代带来的各种红利。

1

参考文献:

[] 艾媒咨询.2021年中国元宇宙行业用户行为分析热点报告[EB/OL].[2022-7-2].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1724284762087743594&wfr=spider&for=pc.

2[] 喻国明.未来媒介的进化逻辑:“人的连接”的迭代、重组与升维——从“场景时代”到“元宇宙”再到“心世界”的未来[J].新闻界,2021,37(10):54-60.

3[] 李麟. 虚拟世界中的参考咨询服务:以SecondLife为例[J]. 图书馆理论与实践,2010,125(3):5-8.

4[] 知乎前瞻经济学人.2022年中国及31省市元宇宙产业政策汇总及解读（全）元宇宙产业迎来政策利好.[EB/OL].[2022-9-10].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1740935016582742796&wfr=spider&for=pc.

5[] 吴江等.元宇宙视域下的用户信息行为:框架与展望[J].信息资源管理学报,2022,12(1):4-20.

6[] Neal Stephenson. Snow Crash[M]. New York: Bantam Spectra, 1992.

7[] 维基百科.元宇宙 [EB/OL].[2022-7-7].https://m.so.11hlf.com/wiki/%E5%85%83%E5%AE%87%E5%AE%99.

8[] 方凌智,沈煌南.技术和文明的变迁——元宇宙的概念研究[J].产业经济评论,2022,48(1):5-19.

9[] 赵国栋,易欢欢,徐远重.元宇宙[M].北京:中译出版社,2021.

10[] 杨新涯等.元宇宙是图书馆的未来吗?[J].图书馆论坛,2021,41(12):35-44.

11[] Dionisio J D N, Bums W G, Gilbert R. 3D Virtual Worlds and theMetaverse : Current Status and Future Possibilities[J]. ACM Com-puting Surveys,2013,45(3):1-38.

12[] 元宇宙 [EB/OL].[2022-7-7].https://baike.baidu.com/item/%E5%85%83%E5%AE%87%E5%AE%99/58292530.

13[] Ning H, Wang H, Lin Y, et al. A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges[J]. arXiv e-prints, 2021: arXiv: 2111.09673.

14[] 左鹏飞. 最近大火的元宇宙到底是什么?[N]. 科技日报,2021-09-13(6).

15[] 网心云.元宇宙—平行时空的“第二家园” [EB/OL].[2022-7-5].https://www.bilibili.com/read/cv16039635.

16[] 向安玲等.知识重组与场景再构:面向数字资源管理的元宇宙[J].图书情报知识,2022,39(1):30-38.

17[] 中国网.北京大学学者发布元宇宙特征与属性START图谱 [EB/OL].[2022-7-7].https://share.gmw.cn/it/2021-11/19/content_35323118.htm.

18[] 清华大学.《2020-2021年元宇宙发展研究报告》[EB/OL].[2022-09-10].https://new.qq.com/rain/a/20220929A037BW00.

19[] Choi H S, Kim S H.A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions—Centering on the combination of beacons and HMDs[J].International Journal of Information Management,2016,37(1pt.B):1519-1527.

20[] 中新经纬.对话朱嘉明:元宇宙应用潜力最大的领域是教育 [EB/OL].[2022-09-10].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1710952212065276227&wfr=spider&for=pc.

21[] Kye B K, Han N R, Kim E J, et al. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations[J]. 보건의료교육평가, 2021, 18(1): 32-32.

22[] 吴慰慈.图书馆学概论[M].北京:国家图书馆出版社,2008.

23[] 崔亨旭.元宇宙指南[M].宋筱茜.湖北:湖南文艺出版社,2022.

24[] 饶权.全国智慧图书馆体系:开启图书馆智慧化转型新篇章[J].中国图书馆学报,2021,47(1):4-14.

25[] 储节旺,吴田恬,马昕悦,陈鸽,夏莉.混合现实技术及其在图书馆中的应用展望[J].图书情报工作,2021,65(10):23-30.

26[] 喻国明,耿晓梦.元宇宙:媒介化社会的未来生态图景[J].新疆师范大学学报,2022,43(3):110-118+2.

27[] 王同聚.虚拟和增强现实(VR/AR)技术在教学中的应用与前景展望[J].数字教育,2017,3(1):1-10.

28[] 王晨晨.虚拟现实技术及其在图书馆的应用[J].图书馆学研究,2011,271(20):34-37+33.

29[] Lin C S , Yu S J , Sun C Y , et al. Engaging university students in a library guide through wearable spherical video-based virtual reality: effects on situational interest and

cognitive load[J]. Interactive Learning Environments, 2021,29(5/8):1272-1287
[30][] Chih-Ming, Chen, and, et al. Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools[J]. Computers & Education, 2012,59(2):638-652
[31][] Camille Chesley, Amanda M. Lowe, Lauren Puzier.Can you see me now?: Engaging distance learners through virtual reference consultations[J].The Journal of Academic Librarianship,2020,46(5):1-8
[32][] 田丽梅,廖莎.元宇宙视域下智慧图书馆的创新发展研究[J].图书馆,2022,332(5):54-59.
[33][] 傅云霞.人工智能在智慧图书馆建设中应用研究[J].图书馆工作与研究，2018,271(9):47-51,79.
[34][] 陆婷婷.从智慧图书馆到智能图书馆:人工智能时代图书馆发展的转向[J].图书与情报,2017,175(3):98-101+140.
[35][] 储节旺,李佳轩.全智慧图书馆——元宇宙成为实现途径[J].图书情报工作,2022,66(9):33-39.
[36][] Lengoatha L, F. Seymour L. Determinant factors of intention to adopt blockchain technology across academic libraries[C]//Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists 2020. 2020: 244-250.
[37][] Tella A , Amuda HO , Ajani YA.Relevance of blockchain technology and the management of libraries and archives in the 4IR[J].Digital Library Perspectives, 2022, 38 (4) : 460-475
[38][] Hoy Matthew B.An Introduction to the Blockchain and Its Implications for Libraries and Medicine.[J].Medical reference services quarterly, 2017, 36 (3) : 273-279
[39][]Liu X. Research on University Book Sharing Cloud Platform Based on Blockchain[C]//2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Information Systems. 2021.273: 1-5.
[40][] 蔡丹丹等.图书馆IT应用十大趋势[J/OL].图书馆建设:1-10[2023-02-09].http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1331.G2.20230131.1714.001.html.
[41][] 周耀.区块链技术在智慧图书馆中的应用研究[J].现代情报,2019,39(4):94-102.
[42][] 房永壮,王辉,王博.基于大数据共享环境下图书馆“区块链”技术应用研究[J].现代情报,2018,38(5):120-124.
[43][] 孔繁超.基于数字孪生技术的智慧图书馆空间重构研究[J].情报理论与实践,2020,43(8):146-151.
[44][] 张兴旺,王璐.数字孪生技术及其在图书馆中的应用研究——以雄安新区图书馆建设为例[J].图书情报工作,2020,64(17):64-73.
[45][] 储节旺,李佳轩.全智慧图书馆——元宇宙成为实现途径[J/OL].图书情报工作:1-7[2022-07-10].
[46][] 李默.元宇宙视域下的智慧图书馆服务模式与技术框架研究[J].情报理论与实践,2022,45(3):89-93+88.
[47][] 吴江,陈浩东,贺超城.元宇宙：智慧图书馆的数实融合空间[J/OL].中国图书馆学报:1-16[2022-10-12].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220610.1843.002.html
[48][] 范并思.图书馆元宇宙的理想[J/OL].中国图书馆学报:1-4[2022-07-08].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220608.1117.002.html
[49][] 辛海霞.从技术概念到研究议题：元宇宙图书馆走向何种未来[J].图书与情报,2021,202(6):90-95.
[50][] 杨新涯,涂佳琪.元宇宙视域下的图书馆虚拟服务[J].图书馆论坛,2022,42(7):18-24.
[51][] 马费成.图书情报学与元宇宙：共识 共创 共进[J/OL].中国图书馆学报:1-3[2022-07-08].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220518.1135.002.html
[52][] 刘炜,祝蕊,单蓉蓉.图书馆元宇宙：是什么、为什么和怎么做？[J/OL].图书馆论坛,2022(7):1-12[2022-07-08].http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.G2.20220604.1736.002.html
[53][] 周文杰.元宇宙、世界3与图书馆的明天[J/OL].中国图书馆学报:1-18[2022-07-09].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220616.2014.002.html
[54][] 赵星,陆绮雯.元宇宙之治:未来数智世界的敏捷治理前瞻[J].中国图书馆学报,2022,48(1):52-61.
[55][] 许鑫,易雅琪,汪晓芸.元宇宙当下“七宗罪”：从产业风险放大器到信息管理新图景[J].图书馆论坛,2022,42(1):38-44.
[56][] 纪超.元宇宙时代图书馆的“喜”与“忧”[J].大学图书情报学刊,2023,41(1):94-99.
[57][] 韩旭. 基于元宇宙视域的智慧图书馆服务模式分析[J]. 科技资讯,2022,20(21):199-202.

58[] 陈定权等.在虚与实之间想象元宇宙中图书馆的模样[J].图书馆论坛,2022,42(1):62-68.
59[] 沈湫莎.元宇宙“碰撞”图书馆，保存和传承人类知识文化的职责不会变.[EB/OL].[2023-1-7].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1733064971149268782&wfr=spider&for=pc
60[] 张庆来,苏云.图书馆与元宇宙：关系、功用与未来[J].图书与情报,2021,202(6):75-80.
61[] 郭亚军等.元宇宙赋能虚拟图书馆：理念、技术、场景与发展策略[J].图书馆建设,2022,318(6):112-122.
62[] 郭亚军等.图书馆即教育：元宇宙视域下的公共图书馆社会教育[J].图书馆论坛,2022,42(5):42-51.
63[] 文英子.图书馆在元宇宙中的发展展望[J].四川图书馆学报,2022,246(2):37-39.
64[] 吴建中.元宇宙,让图书馆更智慧[J/OL].图书馆杂志:1-7[2023-02-11].http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1108.G2.20221215.1015.001.html.
65[] 张慧,叶鹰.智能、智识、智见：智慧图书馆之特征解析[J/OL].中国图书馆学报:1-11[2023-02-09].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20230131.1544.001.html.
66[] 上观新闻.国内图书馆界元宇宙会议首秀：“元宇宙与智慧图书馆”高端学术论坛在上外举办.[EB/OL].[2022-12-9].https://sghexport.shobserver.com/html/baijiahao/2022/12/08/917992.html
67[] 蔡迎春等.元宇宙时代智慧图书馆的实践路径——从图书馆的智慧化走向智慧的图书馆化[J/OL].中国图书馆学报:1-14[2023-02-09].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20230130.1059.001.html.
68[] 李洪晨,马捷.沉浸理论视角下元宇宙图书馆“人、场、物”重构研究[J].情报科学,2022,40(1):10-15.
69[] 徐雯怡.探讨元宇宙对图书馆建设的机遇和问题[J].文化产业,2022,219(2):22-24.
70[] 张兴旺,吕瑞倩,李洁,雷薇.面向元宇宙的图书馆信息物理融合研究[J].数字图书馆论坛,2022,215(4):53-59.
71[] 李菁楠,邓勇,黄筱瑾.虚拟世界在图书馆服务中的应用研究[J].图书馆建设,2009,185(11):52-55.
72[] 郎振红.虚拟现实技术在虚拟图书馆中的应用[J].科技导报,2020,38(22):41-49.
73[] 孙晓凤.基于Second Life的参考咨询服务[J].新世纪图书馆,2012,70(10):14-17.
74[] 赵星,乔利利,叶鹰.元宇宙研究与应用综述[J].信息资源管理学报,2022,12(4):12-23+45.
75[] 赵星.国家文化数字化战略与图书馆元宇宙实践[J].中国图书馆学报,2022,48(4):34-38.
76[] Metabooks,the first meta library,metaverse facebook[EB/OL].[2022-06-14].https:/ljournaltime.org/finance/metaverse/metabooks-the-first-meta-library-metaverse-facebook.
77[] 北方网.图书馆遇上元宇宙 读者享智慧阅读[EB/OL].[2022-7-10].https://app.myzaker.com/news/article.php?pk=62b7fe668e9f0975fd08b86d
78[] 鲁中晨报滨州新闻.“虚拟数字人”入驻滨州市图书馆啦！快来线上互动，一探究竟.[EB/OL].[2023-1-7].https://www.sohu.com/a/593769185_120087543
79[] 司莉,马小景.元宇宙视角下虚拟数字人赋能图书馆用户服务研究[J/OL].图书馆建设,2022.1-8
80[] 武童. 图书馆虚拟现实技术应用研究[D].郑州:郑州大学,2021.
81[] Brandeis University. Undergraduate Admissions Virtual Visit Experiences[EB/OL].[2022-9-15].https://www.brandeis.edu/admissions/visit/virtual.html
82[] 呼和浩特晚报.智慧空间和虚拟数字人上线，带你漫游呼和浩特市图书馆.[EB/OL].[2023-1-7].http://www.huhhot.gov.cn/2022_zwdt/2022_fwzx/202211/t20221104_1444965.html
83[] 广德文旅.沉浸式“云参观”，VR科技让你足不出户漫游智慧孪生图书馆.[EB/OL].[2023-1-7].https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5ODUyMTg4OA==&mid=2662691387&idx=2&sn=610dcc9d56eea991f817a49bf6f96a7f&chksm=bd88af748aff2662fb783183b81fbee593f9a49cada2aa12425dcd15b9e15bc59a52eaf039fe&scene=27
84[] Horban Y ，Gaisynuik N .Virtual and Augmented Reality Technologies in the Organization of Modern Library Media Space[J].International Journal of Computer Science and Network Security,2022,22(5):375-389
85[] 中国青年报.世界读书日，5G新阅读助力中华传统文化进校园[EB/OL].[2022-9-10].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1697829853076161539&wfr=spider&for=pc
86[] Tang Y. Help first-year college students to learn their library through an augmented reality game[J]. The journal of academic librarianship, 2021, 47(1): 102294.
87[] 泰达政务服务平台.泰达图书馆档案馆开启AR互动智慧阅读模式[EB/OL].[2022-11-

29].https://www.teda.gov.cn/contents/4888/78672.html
[88] 上海临港.探索“云端无界 创想未来”，临港数字科技图书馆即将揭开神秘面纱[EB/OL].[2022-2-10].https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MTY2MzQwOQ==&mid=2651391738&idx=3&sn=3a5906ce77edf75562e101ae83dbd579&chksm=bd4fb2a48a383bb2967c0b6f3ccec366cf865a23c7647ff6a3faaba6e505058a558d1fa796f0&scene=27
[89] J.P. Morgan.摩根大通发布2022年夏季书单，NFT、区块链等话题上榜[EB/OL].[2022-9-10].https://www.weiyangx.com/406755.html
[90] 李文清.高校图书馆智能机器人的应用路径探究[J].晋图学刊,2018.165(2):11-16.
[91] 李红播.元宇宙视角下公共图书馆服务质量提升思考[J].河南图书馆学刊,2022,42(11):37-39+53.
[92] 许可,乔利利,赵星.元宇宙的黑暗面及对图书馆应用的启示[J].图书馆杂志,2023,42(1):16-23.
[93] 程焕文.从城市温度、新闻热度看公共图书馆平等权利的实现程度——对“读者留言东莞图书馆”新闻热点的思考[J].图书馆论坛,2020,40(10):1-8.
[94] 邬友倩,范并思.数字鸿沟与网络时代公共图书馆的职能[J].新世纪图书馆,2004,25(5):7-10+49.
[95] 韦路,陈俊鹏.全球数字图书馆鸿沟的现状、归因与弥合路径[J].现代出版,2021,135(5):11-18.
[96] 吴建中.元宇宙，让图书馆更智慧[J].图书馆杂志,2023,42(1):4-9.

作者贡献说明：

方向明：论文选题、制定框架、撰写及修改论文等；

曹迎杰：收集资料、论文撰写、修改等。

Advances in the Application Theory and Practice of the Metaverse in Libraries

Fang Xiangming[1] Cao Yingjie[2]

[1] Shanghai University Library , Shanghai 200444

[2] School of Cultural Heritage and Information Management, Shanghai University , Shanghai 200444

Abstract: [Purpose/significance] With the technological prosperity in the era of big data, the development and support of AR, VR, artificial intelligence, cloud computing, blockchain and other technologies, the metaverse is no longer the plot in science fiction movies and novels, but has entered the real world and applied to film and television, games, finance, social networking, education and other fields. This paper analyzes the application field of the metaverse in the current library, and puts forward its future development trend, in order to provide ideas for related research and promote the better integration and development of the metaverse and libraries. **[Method/process]** Through literature analysis, content analysis, case analysis and other methods, the relevant research literature and practice overview are sorted out, and the current theoretical research status and practical progress of metaverse libraries are analyzed. **[Result/conclusion]** Current research focuses on the applicability, value, and possibility of the metaverse and libraries, and most of the research is mainly forward-looking research, starting from the underlying technology of the metaverse to study the transformation brought by technology to the metaverse library. However, there is no unified and clear conclusion on the concept, characteristics, service model, and working system of metaverse libraries, and empirical research on the application cases of metaverse libraries is relatively lacking.

Keywords: Metaverse Smart library Underlying technology Virtual reality